

## FASE-FASE TEKTONIK PEMBENTUK RUANG MINERALISASI EMAS DI DAERAH SELOGIRI WONOGIRI

*Tectonic phases of gold mineralisation  
In selogiri- wonogiri area*

**Asmoro Widagdo**

Program Studi Teknik Geologi Unsoed Purwokerto

### ABSTRACT

*Metallic mineral deposits in Tumbu Hill and the surrounding area of Selogiri, Wonogiri Regency in Central Java Province formed relate to some process of tectonism. The metallic mineral deposits in this area are the result of epithermal processes, filling previously existing fractures. This fracture system is closely related to structures that are the result of regional tectonic phases. Veins in the research area strike in many different directions and each has distinct metallic content from the others. This research utilizes the knowledge of result of magmatism process and also regional tectonic phases which formed the fractures where the veins are located and relationship with veins direction that have potential metallic content especially gold and silver.*

*Metallic minerals type that form in research area is magnetite, chalcopyrite, sphalerite, ilmenites, galena, pyrit, acantite, covelite, bornite, calcosite and gold. Mineral veins located in study area precipitated within fractures that formed as a result of extensional tectonic events. There is evidence of 4 separate phases of extension having occurred in the research area. The first phase of extension is characterized by a minimum stress of ( $\sigma_3$ ):  $21^\circ$  / N  $308^\circ$  E. The second phase of extension is characterized by a minimum stress of ( $\sigma_3$ ):  $1^\circ$  / N  $293^\circ$  E. The third phase of extension is characterized by a minimum stress of ( $\sigma_3$ ):  $3^\circ$  / N  $207^\circ$  E. The last phase of extension is characterized by a minimum stress of ( $\sigma_3$ ):  $3^\circ$  / N  $354^\circ$  E. Based on chemical analysis, the general direction for veins that contain the most potential for gold and silver ores is associated with a North-South fracture orientation, resultant from the second phase of extension.*

### PENDAHULUAN

Daerah penelitian khususnya dan Jawa secara lebih luas merupakan bagian tengah Busur Sunda-Banda. Daerah penelitian berada di wilayah Kecamatan Selogiri - Wonogiri. Secara fisiografi daerah penelitian terletak dalam kawasan pegunungan selatan Jawa Tengah.

Retakan-retakan batuan sebagai ruang yang memungkinkan dijumpainya emas di daerah Selogiri-Wonogiri hadir dalam berbagai arah. Alur-alur retakan yang kemungkinan terisi emas yang arahnya bervariasi ini, terbentuk pada fase-fase yang berbeda. Retakan ini juga terisi mineral logam dari fase yang berbeda, sehingga terjadi perbedaan kandungan dan jenis mineral yang ada.

Proses penambangan emas yang dilakukan oleh para penambang tidak dapat dilakukan sembarangan. Hal ini disebabkan tidak semua arah cebakan mineral mengandung emas. Untuk itu perlu ditentukan

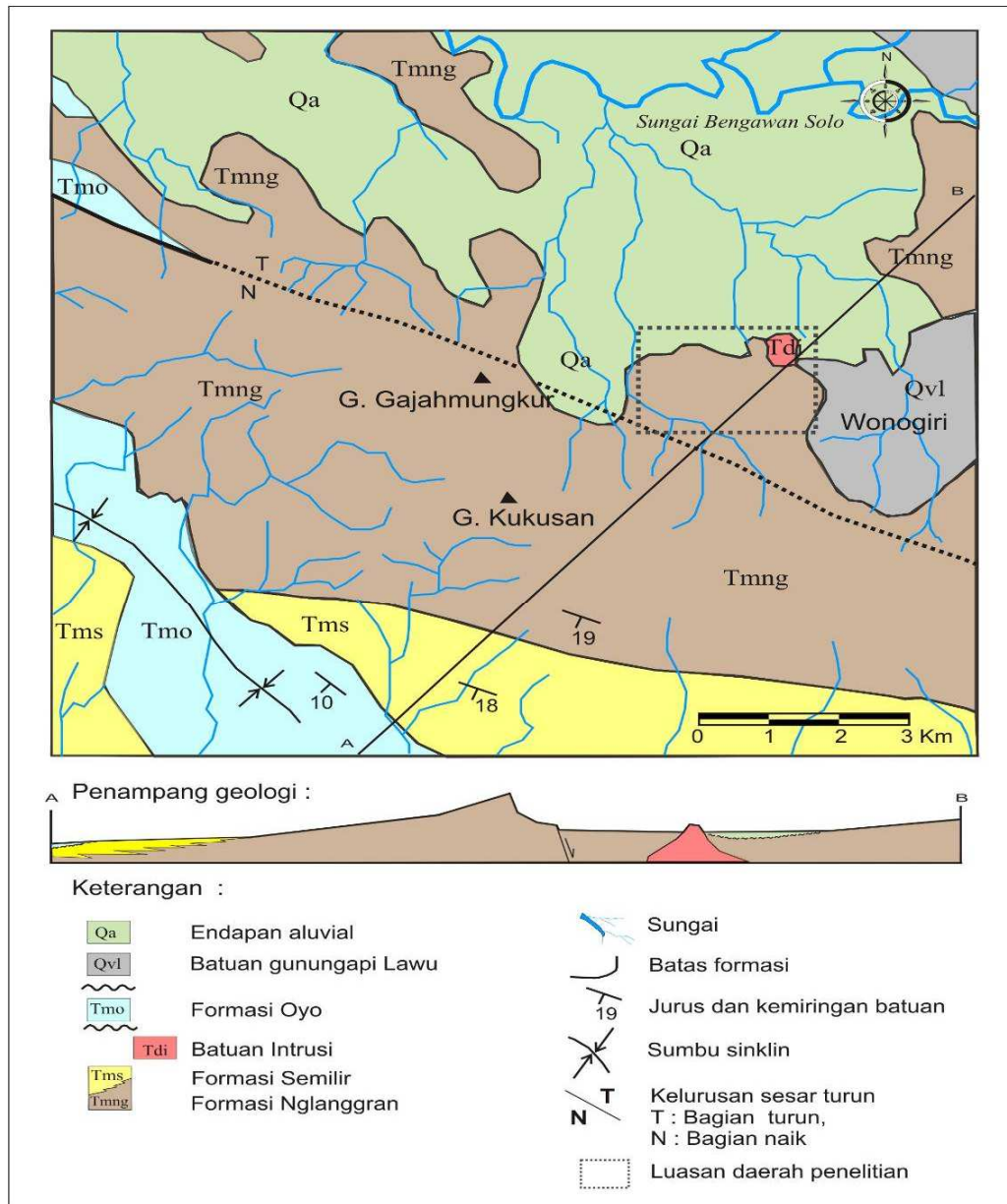
arah-arah mana saja yang berpotensi mengandung emas.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk :

1. Mengetahui arah-arah retakan tertentu sebagai cebakan mineral emas.
2. Mengetahui arah gaya dari fase tektonik yang telah terjadi sebagai pembentuk struktur retakan batuan.

Diketahuinya hubungan antara tektonik dengan arah sebaran cebakan mineral logam terutama emas diharapkan akan diperoleh beberapa keuntungan diantaranya secara keilmuan akan dapat diketahui arah-arah gaya pembentuk retakan batuan sebagai ruang pembentukan emas, fase-fase pembentukan emas, nilai ekonomis masing-masing fase pembentukan mineral; serta bagi masyarakat di daerah penelitian, mereka dapat membedakan cebakan emas yang ekonomis dan yang tidak ekonomis, sehingga dapat mempermudah penambangan yang mereka lakukan, yang pada gilirannya dapat meningkatkan pendapatan mereka.





**Gambar 1.** Peta geologi regional daerah Selogiri dan sekitarnya.  
 (Surono et al., 1992 dan Toha et al., 1994).

## METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan metode survey untuk mengumpulkan data primer , selanjutnya dilakukan analisa terhadap data tersebut. Data

primer yang dihasilkan dalam penelitian ini diantaranya :

1. Analisis peta topografi dan citra. Analisis ini menghasilkan urutan kejadian pembentukan retakan batuan dilapangan.

- Hubungan ini ditentukan dengan hukum saling potong memotong. Struktur retakan batuan yang terpotong oleh struktur lain akan selalu merupakan struktur yang lebih tua sedangkan struktur yang memotong akan merupakan struktur yang terbentuk kemudian (lebih muda).
2. Penelitian lapangan, berupa pemetaan geologi, terutama data struktur dan endapan mineral. Pengukuran sesar dilakukan dengan mengukur arah dan kemiringan bidang sesar serta sudut *pitch* gores-garis yang terbentuk. Data endapan mineral meliputi *strike*, dip dan ketebalan urat.
  3. Analisis petrografi, dilakukan pada beberapa conto batuan segar guna penamaan batuan sampling yang mendukung penentuan sebaran litologi pada peta geologi, serta guna mengetahui kandungan mineral sekundernya guna mengetahui jenis ubahan yang terjadi.
  4. Analisis gores-garis guna menentukan arah tegasan gaya utama ( $\sigma_1$ ), menengah ( $\sigma_2$ ) dan terlemah ( $\sigma_3$ ) serta fase-fase tektoniknya.
  5. Retakan batuan terjadi di alam bila terdapat gaya yang mengenainya. Retakan batuan dapat terbentuk karena gaya tekan/kompresif maupun karena gaya tarikan. Retakan batuan karena gaya tekan umumnya terbentuk bersilangan membentuk seperti huruf "X". Retakan batuan ini memiliki arah tertentu yang membentuk sudut sekitar  $30^\circ$  terhadap gaya yang membentuknya. Dapat diambil contoh gaya dari arah utara ( $0^\circ$ ) akan menghasilkan retakan dengan arah baratlaut-tenggara dan timurlaut baratdaya. Retakan ekstensif/tarikan terbentuk dengan arah retakan searah ataupun tegaklurus dengan gaya pembentukannya. Retakan ini di lapangan dapat telah mengalami pergerakan maupun belum bergeser dari kedudukan awalnya. Retakan yang telah mengalami pergeseran akan meninggalkan rekaman pergerakan tertentu. Rekaman pergerakan ini memiliki arah yang tertentu pula. Retakan-retakan batuan ini diukur kedudukan *strike*, dip dan arah gores garisnya.
  6. Hasil pengukuran arah-arrah pergerakan batuan ini kemudian dianalisis dengan memproyeksikan kedudukannya dalam proyeksi bola atau proyeksi bidang datar 2 dimensi. Melalui penggambaran kedudukan kedudukan bidang-bidang retakan yang terbentuk dapat ditentukan arah-arrah gaya utama pembentuknya. Melalui analisis ini dapat ditentukan arah gaya utama pembentuknya. Beberapa arah gaya dapat dihasilkan dari arah retakan yang sangat bervariasi. Hal ini kemudian dihubungkan dengan hasil analisis peta topografi atau citra yang dapat ditentukan hubungan saling potong-memotong antar berbagai arah struktur di lapangan. Dengan demikian urutan arah gaya pembentuknya dapat pula ditentukan.
  7. Analisis mineragrafi, dilakukan terhadap beberapa urat untuk mengetahui kehadiran dan paragenesa (urutan pembentukan) mineral emas.
  8. Analisis kimia unsur logam dengan menggunakan AAS dilakukan terhadap 6 arah urat untuk mengetahui kandungan logam emas yang terdapat dalam urat tertentu.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Geologi daerah penelitian

Stratigrafi daerah penelitian dari tertua hingga termuda berturut-turut adalah satuan batupasir, breksi andesit, mikrodiorit piroksin, andesit piroksin dan andesit hornblende. Satuan batupasir merupakan bagian dari Formasi Kebo-Butak. Satuan breksi andesit merupakan bagian dari Formasi Nglanggran. Satuan mikrodiorit piroksin berkembang sebagai batuan intrusi tertua. Satuan intrusi andesit piroksin hadir kemudian setelah intrusi mikrodiorit. Kehadiran intrusi andesit ini memisahkan satuan batuan mikrodiorit menjadi dua bagian di utara dan selatan. Batuan intrusi termuda yaitu Satuan andesit hornblende hadir menerobos semua satuan batuan Tersier yang ada. Gambaran geologi daerah penelitian disajikan pada Gambar 2.

Struktur yang dijumpai di daerah penelitian berupa sesar dan kekar. Struktur sesar yang dijumpai berupa sesar-sesar normal berarah baratdaya-timurlaut, utara-selatan, baratlaut-tenggara dan sesar normal berarah barat-timur. Struktur ini sebagai media bagi pengaliran dan pengendapan mineral logam di daerah penelitian. Struktur sesar mendatar yang dijumpai berupa sesar

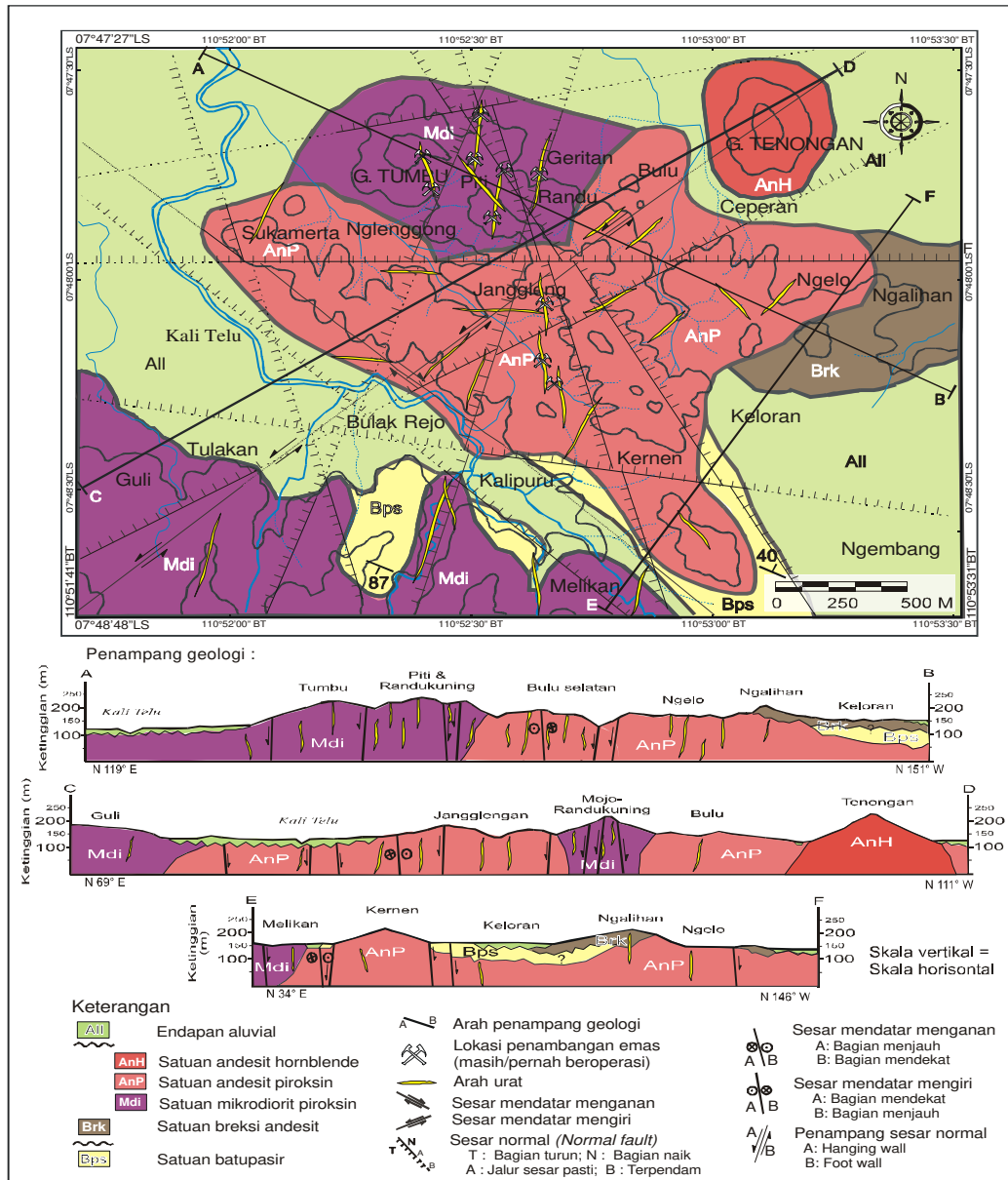
Asmoro Widagdo  
 Fase-Fase Tektonik Pembentuk Ruang Mineralisasi Emas  
 Di Daerah Selogiri Wonogiri :23- 29

mendatar mengiri berarah baratdaya-timurlaut dan sesar mendatar menganan berarah baratlaut-tenggara.

### Mineralisasi

Secara megaskopis di dalam urat kuarsa dapat diamati keberadaan mineral-

mineral pirit, kalkopirit, sfalerit, galena, bornit dan malasit. Disamping dalam bentuk urat, mineral-mineral tersebut kadang juga tampak hadir tersebar secara halus dalam batuan samping tempat celah batuan terbentuk (*disseminated*).



**Gambar 2.** Peta geologi daerah Selogiri-wonogiri

Berdasarkan hasil analisis mineragrafi, berbagai jenis mineral logam yang dijumpai dari beberapa conto diantaranya adalah: pirit ( $\text{FeS}_2$ ), galena ( $\text{PbS}$ ), kalkopirit ( $\text{CuFeS}_2$ ), sfalerit ( $\text{ZnFeS}$ ), kovelit ( $\text{CuS}$ ), kalkosit ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ), Acantit ( $\text{AgS}$ ), Bornit ( $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ ), ilmenit

( $\text{FeTiO}_3$ ), magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) dan sejumlah kecil emas ( $\text{Au}$ ). Besarnya persentase kehadiran mineral-mineral logam ini di sajikan dalam tabel 1, sedangkan urutan pembentukannya (paragenesa) disajikan pada tabel 2.

**Tabel1.** Kehadiran mineral logam berdasarkan hasil analisis mineragrafi

Jenis Mineral logam	Persentase kandungan mineral pada beberapa arah urat			
	Geritan Barat (N 330-340° E/89° NE)	Geran Selatan (N 40-50° E/87° SE)	Geritan Timur (N 180-195° E/80° W)	Piti utara (N 10-17° E / 73° E)
Magnetit	20 %	10 %	13 %	10 %
Kalkopirit	--	--	3 %	5 %
Sfalerit	--	25 %	5 %	10 %
Ilmenit	30 %	20 %	10 %	15 %
Galena	--	35 %	--	20 %
Pirit	45 %	10 %	45 %	35 %
Akantit	--	--	7 %	--
Kovelit	--	--	12 %	--
Bornit	--	--	5 %	--
Kalkosit	5 %	--	--	5 %
Emas	--	--	hadir	--

**Tabel 2.** Rangkuman hasil analisis mineragrafi

Jenis mineral logam	Tahap pembentukan		
	I	II	III
	200-250°C	150-200°C	100-150°C
Magnetit			
Kalkopirit			
Emas			
Sfalerit			
Ilmenit			
Galena			
Pirit			
Acantit			
Covelit			
Bornit			
Kalkosit			

Berdasarkan hasil analisis kimia unsur logam serta analisis mineragrafi menunjukkan bahwa urat pengisi rekahan berarah utara-selatan di daerah penelitian memiliki kandungan unsur

emas dan perak yang potensial. Kandungan logam dalam arah urat ini relatif tinggi bila dibandingkan tubuh urat lainnya, seperti nampak disajikan dalam tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil analisis kimia logam dari beberapa urat (Satuan dalam ppm)

No.	Lokasi serta jurus dan kemiringan urat	Komposisi kimia unsur logam				
		Au emas	Ag perak	Cu tembaga	Pb timbal	Zn seng
1	Geritan Barat (N 330-340° E)	----	----	100	63	32
2	Geran Selatan (N 40-50° E)	----	350	8.200	----	20.300
3	Geritan Timur (N 180-195° E)	204	411	57.797	2.311	22.356
4	Jangglengan (N 180-185° E)	5,2	29	330	1.130	170
5	Mlati / Blalit (N 190-195° E)	2,4	25	330	1.330	2.480
6	Bulak rejo (N 280-290 ° E)	9,8	64	100	1.010	690

### Analisis Struktur Geologi

Analisis fase-fase tektonik dilakukan dengan menggunakan program *failes* dari data gores-garis. Data-data primer dari lapangan ini berupa kedudukan bidang sesar (*strike* dan *dip*), sudut *pitch*, azimut arah gores-garis serta jenis pergerakan sesar yang terjadi. Pengolahan data gores-garis ini bertujuan untuk menentukan fase-fase serta arah gaya dari tektonik pembentuk struktur sebagai kekuatan yang bertanggungjawab terhadap pembentuk rekahan batuan. Rekaman dari rekahan batuan (*fractures*) tersebut kini dijumpai sebagai bentuk urat atau uratan sebagai cebakan mineral.

Terciptanya kehadiran rekahan batuan sebagai ruang pengendapan bagi berbagai mineral logam berhubungan dengan fase-fase ekstensi yang terjadi. Fase-fase ekstensi ini telah menciptakan ruang terbuka yang memungkinkan bagi pengaliran serta pengendapan larutan hidrotermal.

Urutan kehadiran fase-fase tektonik ekstensi serta arah-arah gaya pembentuk struktur yang dihasilkan dari analisa data gores-garis didukung oleh hasil interpretasi citra dan observasi lapangan, dapat disusun

dalam rangkaian even-even tektonik sebagai berikut:

#### 1. Fase 1: ekstensi I

Fase ekstensi I dengan arah gaya tegasan utama minimum ( $\sigma_3$ ) berarah 21° / N 308° E. Arah gaya utama minimum ini menghasilkan rekahan-rekahan berarah baratdaya-timurlaut. Fase ekstensi I berarah gaya relatif baratlaut-tenggara ini juga berperanan sebagai pembentuk sesar normal berarah relatif timurlaut-baratdaya.

Urat-urat berarah baratdaya-timurlaut yang berkembang di daerah penelitian berasosiasi dengan produk struktur ekstensi pertama ini.

#### 2. Fase 2: ekstensi II

Fase ekstensi II dengan arah gaya tegasan utama minimum ( $\sigma_3$ ) berarah 1° / N 293° E. Fase ekstensi II berarah gaya relatif barat-timur ini berperanan sebagai pembentuk struktur sesar normal utama berarah relatif utara-selatan.

Fase ekstensi ini menghasilkan urat-urat berarah relative utara selatan. Urat-urat berarah ini merupakan urat dominan yang hadir di daerah penelitian. Mineralisasi

yang mengisi rekahan batuan hasil ekstensi kedua ini pun menunjukkan kandungan logam yang paling potensial.

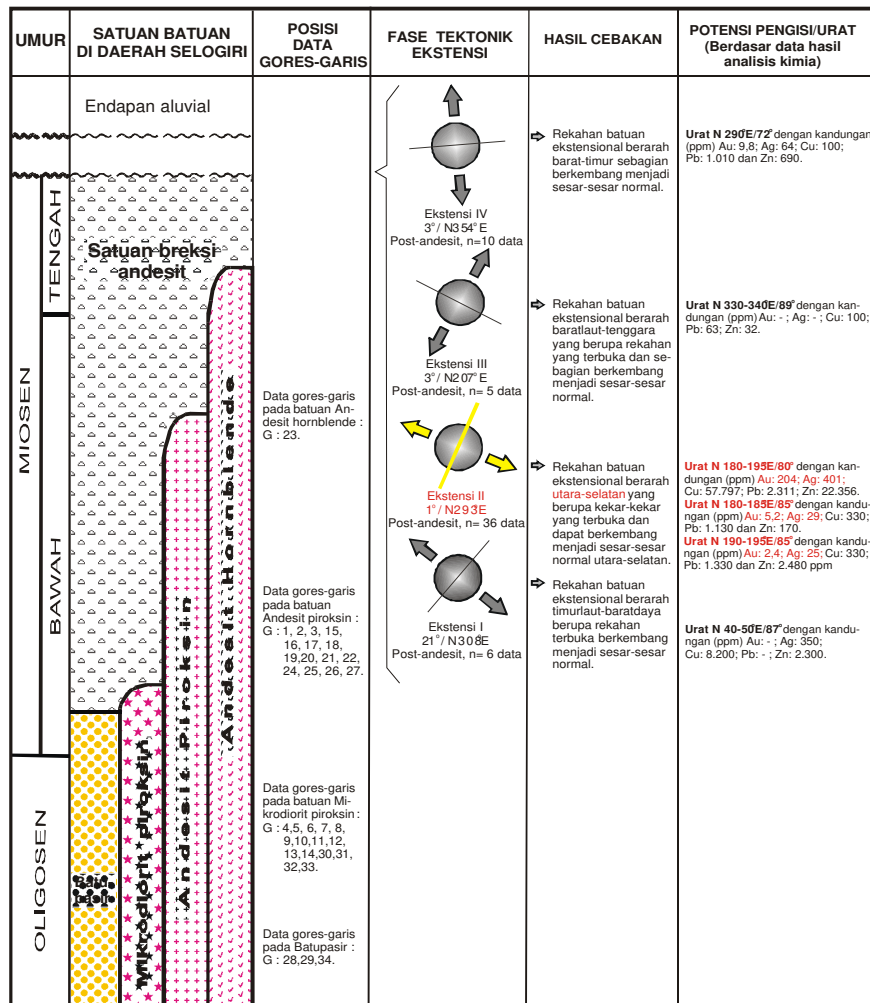
### 3. Fase 3: ekstensi III

Fase ekstensi III dengan arah gaya tegasan utama minimum ( $\sigma_3$ ) berarah  $3^\circ$  / N  $207^\circ$  E. Fase ekstensi III berarah gaya relatif baratdaya-timurlaut ini berperan sebagai pembentuk struktur sesar normal dan urat-urat berarah relatif baratlaut-tenggara

### 4. Fase 4: ekstensi IV

Fase tektonik terakhir yang terjadi adalah fase ekstensi IV. Fase ini terbentuk dengan gaya tegasan utama minimum ( $\sigma_3$ ) berarah  $3^\circ$  / N  $354^\circ$  E. Fase ekstensi IV berarah gaya relatif utara-selatan ini memegang peranan sebagai pembentuk struktur sesar normal dan urat-urat berarah relatif barat-timur.

Hasil analisis data gores-garis di menunjukkan adanya arah-arah gaya tegasan utama terbesar ( $\sigma_1$ ) yang relatif vertikal serta arah gaya tegasan utama menengah dan terlemah ( $\sigma_2$  dan  $\sigma_3$ ) yang relatif horizontal.



Gambar 3. Kolom tektonostratigrafi daerah penelitian



## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dihasilkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mineral logam yang hadir pirit, kalkopirit, galena, sfalerit, magnetit, ilmenit, emas, acantit, bornit, dan kalkosit.
2. Terdapat empat fase tektonik ekstensif yang telah terjadi di daerah penelitian.
3. Cebakan dengan kandungan logam potensial dihasilkan oleh fase ekstensi II, yang menghasilkan urat-urat berarah utara-selatan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Carlile, J.C., Mitchell, A.H.G., 1994, Magmatic Arcs and Associated Gold and Copper Mineralization in Indonesia, dalam: Van Leuween, T.M., Hedenquist, J.W., James, L.P., and Dow, J.A.S. (editors) 1994, *Journal of geochemical exploration*, Vol. 50, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, h. 91-142.
- Cox, S.F., 1999, Deformational Controls on the Dynamics of Fluid Flow in Mesothermal Gold Systems, dalam: McCaffrey, K.J.W., Lonergan, L. and Wilkinson, J.J., 1999, *Fractures, Fluid Flow and Mineralization*, Geological Society, London, Special Publications 155. hal. 123-140.
- Hartono, G., 2000, Studi Gunung Api Tersier: Sebaran Pusat Erupsi dan Petrografi di Pegunungan Selatan Yogyakarta, Tesis Magister, Institut Teknologi Bandung, 168 h. (tidak dipublikasikan).
- Prasetyanto, I.W., Widodo, Djoko Wintolo, 1997, Mineralisasi Logam Mulia di Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, Propinsi Jawa Tengah, *Proceeding Pertemuan Ilmiah tahunan XVII IAGI, Ikatan Ahli Geologi Indonesia*, Jakarta, h 865-869.
- Purnomo, J., dan Purwoko, 1994, Kerangka Tektonik dan Stratigrafi Pulau Jawa Secara Regional dan Kaitannya dengan Potensi Hidrokarbon, *Proceedings Geologi dan Geoteknik Pulau Jawa Sejak Akhir Mesozoik hingga Kuarter*, Jurusan Teknik Geologi FT. UGM, H. 253-274.
- Soe, M.T., 2005, *Geology and Gold-Copper Mineralization at Selogiri Area Wonogiri, Central Java, Indonesia*, Thesis, Universitas Gadjah Mada, (tidak dipublikasikan).
- Sudarno, 1997, Kendali Tektonik terhadap Pembentukan Struktur pada Batuan Paleogen dan Neogen di Pegunungan Selatan, Daerah Istimewa Yogyakarta dan Sekitarnya, Thesis Magister, ITB, Bandung, 169 h. (Tidak dipublikasikan).
- Suprpto, 1998, Model Endapan Emas Epitermal Daerah Nglenggong, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah, Thesis S-2, Program Studi Rekayasa Pertambangan, Fakultas Pasca Sarjana ITB, 64 h. (Tidak dipublikasikan).
- Surono, Toha, B., Sudarno dan Wiryosujono, 1992, *Geologi Lembar Surakarta-Girintontro Jawa Tengah*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung, skala 1:100.000, 1 lembar.